

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-69382

(P2003-69382A)

(43)公開日 平成15年3月7日(2003.3.7)

(51)Int.Cl.⁷

H 03 H
9/64
9/25
9/72

識別記号

F I

H 03 H
9/64
9/25
9/72

テマコト^{*}(参考)

Z 5 J 0 9 7
Z

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2001-255722(P2001-255722)

(71)出願人 000003821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(22)出願日 平成13年8月27日(2001.8.27)

(72)発明者 櫻川 徹

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 佐藤 祐己

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 10009/445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

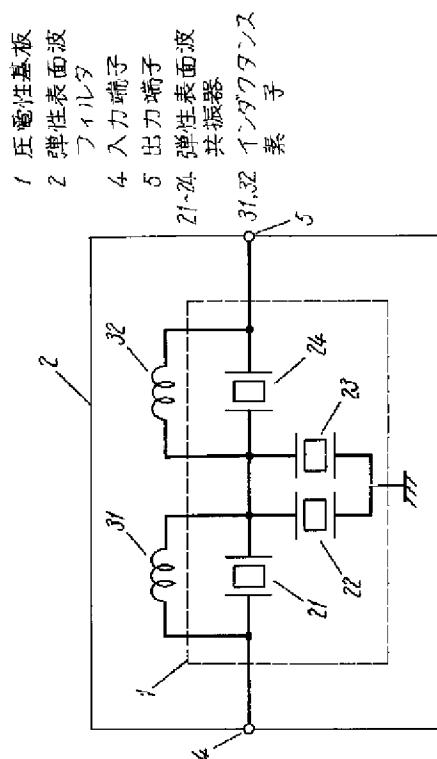
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 弹性表面波フィルタとそれを用いたアンテナ共用器

(57)【要約】

【課題】 弹性表面波共振器にインダクタンス素子を接続させることにより弹性表面波フィルタの減衰帯域特性を容易に確保する。

【解決手段】 圧電性基板と前記圧電性基板上に形成された複数の一端子対弾性表面波共振器において構成され、所定の通過帯域と減衰帯域を有する弾性表面波フィルタにおいて、入力端子と出力端子の間に直列に接続された少なくとも1つの弾性表面波共振器に並列にインダクタンス素子を接続したことを特徴とする弾性表面波フィルタとすることにより、インダクタンス素子の値を変えることで所望の減衰帯域特性を容易に確保できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電性基板と前記圧電性基板上に形成された複数の一端子対弾性表面波共振器において構成され、所定の通過帯域と減衰帯域を有する弾性表面波フィルタにおいて、入力端子と出力端子の間に直列に接続された少なくとも1つの弾性表面波共振器に並列にインダクタンス素子を接続したことを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【請求項2】 前記弾性表面波共振器と前記インダクタンス素子とで起こる並列共振周波数を前記所定の減衰帯域周波数になるように前記インダクタンス素子の値を定めたことを特徴とする請求項1記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項3】 前記インダクタンス素子を低温焼成セラミック基板上もしくはその内部に形成したことを特徴とする請求項1または2記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項4】 圧電性基板と前記圧電性基板上に形成された複数の一端子対弾性表面波共振器において構成され、所定の通過帯域と減衰帯域を有する弾性表面波フィルタにおいて、入力端子と出力端子の間に並列に複数の弾性表面波共振器を配し、前記並列に配された少なくとも1つの弾性表面波共振器に直列にインダクタンス素子を接続し、前記弾性表面波共振器間を各々伝送線路で接続したことを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【請求項5】 前記伝送線路をLC回路で構成したことを特徴とする請求項4記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項6】 請求項4または5記載の弾性表面波フィルタにおいて、前記並列に配された弾性表面波共振器と、前記直列に接続されたインダクタンス素子とで起こる直列共振周波数を前記所定の減衰帯域周波数になるように前記インダクタンス素子の値を定めたことを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【請求項7】 少なくとも1つ以上の素子を低温焼成セラミック基板上もしくはその内部に形成したことを特徴とする請求項4から6のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項8】 請求項1から3のいずれかに記載の弾性表面波フィルタまたは請求項4から7記載の弾性表面波フィルタの少なくとも1つを用いて構成されたアンテナ共用器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は移動体通信機器に用いられる弾性表面波フィルタとそれを用いたアンテナ共用器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の弾性表面波フィルタは図7に示すような梯子型回路が一般的であり、その周波数特性は図8で表される。この弾性表面波フィルタは急峻な減衰量

を得るフィルタとして使用されているが、各弾性表面波共振器が有する2つの共振である直列共振周波数と並列共振周波数は圧電性基板1の特性、つまり電気機械結合係数でほぼ一定であり、所望の通過帯域152と減衰帯域153がある場合は通過帯域152に合わせたフィルタ設計を行わなければならないため、通過帯域152と減衰帯域153の周波数間隔が広い場合は減衰極154が減衰帯域153より高い周波数となる。結果としてこの場合は減衰帯域153の減衰量が劣化してしまう。これは減衰帯域が通過帯域より高い周波数帯域となる場合も同様である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記弾性表面波フィルタにおいて課題となるのは弾性表面波フィルタの減衰帯域の設計が困難なことにある。

【0004】通常は寄生素子等の影響で減衰帯域の特性が変化するためそれに合わせた弾性表面波フィルタの設計を行って特性を確保する形となるが、寄生素子の大きさによっては弾性表面波フィルタの設計を改良しても所望の電気的特性が得られない場合もあり、また寄生素子のバラツキも考慮する必要があるため減衰帯域の減衰量の確保が難しい。

【0005】本発明は、このような弾性表面波フィルタとそれを用いたアンテナ共用器において減衰帯域、特に減衰量の確保を容易にすることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するためには本発明の弾性表面波フィルタは圧電性基板と前記圧電性基板上に形成された複数の一端子対弾性表面波共振器において構成され、所定の通過帯域と減衰帯域を有する弾性表面波フィルタにおいて、入力端子と出力端子の間に直列に接続された少なくとも1つの弾性表面波共振器に並列にインダクタンス素子を接続したことを特徴とする弾性表面波フィルタとするものである。

【0007】また、前記弾性表面波共振器と前記インダクタンス素子とで起こる並列共振周波数を前記所定の減衰帯域周波数になるように前記インダクタンス素子の値を定めたことを特徴とする弾性表面波フィルタとするものである。

【0008】これらの構成にすることにより、減衰帯域が通過帯域より高い周波数である場合に弾性表面波フィルタの減衰帯域の減衰量確保が容易に実現できるのである。

【0009】また、圧電性基板と前記圧電性基板上に形成された複数の一端子対弾性表面波共振器において構成され、所定の通過帯域と減衰帯域を有する弾性表面波フィルタにおいて、入力端子と出力端子の間に並列に複数の弾性表面波共振器を配し、前記並列に配された少なくとも1つの弾性表面波共振器に直列にインダクタンス素子を接続し、前記弾性表面波共振器間を各々伝送線路で

接続したことを特徴とする弾性表面波フィルタとすることにより、挿入損失を劣化させることなく所望の減衰量確保が実現できるのである。

【0010】さらに、前記伝送線路をLC回路で構成することも可能である。

【0011】さらに、前記並列に配された弾性表面波共振器と、前記直列に接続されたインダクタンス素子とで起こる直列共振周波数を前記所定の減衰帯域周波数になるように前記インダクタンス素子の値を定めたことを特徴とする弾性表面波フィルタとするものである。

【0012】これらの構成にすることにより、減衰帯域が通過帯域より低い周波数である場合に弾性表面波フィルタの減衰量確保が容易に実現できるのである。

【0013】また、上記弾性表面波フィルタのインダクタンス素子、伝送線路、LC回路を低温焼成セラミック基板上もしくは内部に形成することにより、フィルタの小型化を図りつつ減衰量確保が容易な弾性表面波フィルタが実現できるのである。

【0014】また、上記弾性表面波フィルタの少なくとも1つを用いてアンテナ共用器を構成することで、より減衰量確保が容易なアンテナ共用器が実現できるのである。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、圧電性基板と前記圧電性基板上に形成された複数の一端子対弾性表面波共振器において構成され、所定の通過帯域と減衰帯域を有する弾性表面波フィルタにおいて、入力端子と出力端子の間に直列に接続された少なくとも1つの弾性表面波共振器に並列にインダクタンス素子を接続したことを特徴とする弾性表面波フィルタとすることにより、弾性表面波フィルタの減衰帯域の減衰量を容易に確保できる作用を有する。

【0016】請求項2に記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記弾性表面波共振器と前記インダクタンス素子とで起こる並列共振周波数を前記所定の減衰帯域周波数になるように前記インダクタンス素子の値を定めたことを特徴とする請求項1記載の弾性表面波フィルタとすることにより、所望の減衰帯域の減衰量を容易に確保できる作用を有する。

【0017】請求項3に記載の発明は、請求項1または2記載の発明において、前記インダクタンス素子を低温焼成セラミック基板上もしくはその内部に形成したことを特徴とする弾性表面波フィルタとすることにより、小型化を図りつつ所望の減衰帯域の減衰量を容易に確保できる作用を有する。

【0018】請求項4に記載の発明は、圧電性基板と前記圧電性基板上に形成された複数の一端子対弾性表面波共振器において構成され、所定の通過帯域と減衰帯域を有する弾性表面波フィルタにおいて、入力端子と出力端

子の間に並列に複数の弾性表面波共振器を配し、前記並列に配された少なくとも1つの弾性表面波共振器に直列にインダクタンス素子を接続し、前記弾性表面波共振器間を各々伝送線路で接続したことを特徴とする弾性表面波フィルタとすることにより、所望の減衰量確保を容易に実現できる作用を有する。

【0019】請求項5に記載の発明は、請求項4記載の発明において、前記伝送線路をLC回路で構成したことと特徴とする弾性表面波フィルタとすることにより、小型化を図りつつ所望の減衰帯域の減衰量を容易に確保できる作用を有する。

【0020】請求項6に記載の発明は、請求項4または5記載の発明において、前記並列に配された弾性表面波共振器と、前記直列に接続されたインダクタンス素子とで起こる直列共振周波数を前記所定の減衰帯域周波数になるように前記インダクタンス素子の値を定めたことを特徴とする弾性表面波フィルタとすることで所望の減衰帯域の減衰量を容易に確保する作用を有する。

【0021】請求項7に記載の発明は、請求項4から6記載の発明において、少なくとも1つ以上の素子を低温焼成セラミック基板上もしくはその内部に形成したことを特徴とする弾性表面波フィルタとすることにより、より小型化を図りつつ所望の減衰帯域の減衰量を容易に確保できる作用を有する。

【0022】請求項8に記載の発明は、請求項1から3記載の発明、または請求項4から7記載の発明において、それらの少なくとも1つを用いて構成されたアンテナ共用器とすることにより、より減衰特性の確保が容易に実現できる作用を有する。

【0023】以下、本発明の実施の形態について、図1から図6を用いて説明する。

【0024】尚、図1から図6の中で同一の構成要素には同一の番号を付加している。

【0025】(実施の形態1) 図1は本発明の第1の実施の形態を示す弾性表面波フィルタの等価回路図、図2はその周波数特性図、図3は弾性表面波共振器の等価回路図である。

【0026】図1における弾性表面波フィルタ2は圧電性基板1上に形成された弾性表面波共振器21から24とインダクタンス素子31、32、入力端子4、出力端子5からなり、入力端子4と弾性表面波共振器21とインダクタンス素子31の各々の一方の端子が接続され、弾性表面波共振器21の他方の端子と弾性表面波共振器22、23の一方の端子とインダクタンス素子31の他方の端子と弾性表面波共振器24、インダクタンス素子32の一方の端子が接続され、弾性表面波共振器24の他方の端子とインダクタンス素子32の他方の端子が出力端子5に接続され、弾性表面波共振器22、23の他方の端子が接地されている。

【0027】図2は弾性表面波フィルタ2の周波数特性

例を表したものである。周波数特性7は横軸に周波数、縦軸に通過特性(dB)を示している。周波数特性7において、通過帯域72、減衰帯域73、低域側減衰極74、高域側減衰極75としている。

【0028】図3は弾性表面波共振器の等価回路であり、ポート2dと静的な等価キャパシタンス2c、動的な等価インダクタンス2aの一方の端子が接続され、動的な等価インダクタンス2aの他方の端子と動的な等価キャパシタンス2bの一方の端子が接続され、動的な等価キャパシタンス2bと静的な等価キャパシタンス2c

$$f_s = 1 / (2 \times \pi \times \sqrt{(L_1 \times C_1)}) \quad \cdots \text{式(1)}$$

$$f_p = 1 / (2 \times \pi \times \sqrt{(L_1 \times (C_1 \times C_2) / (C_1 + C_2))}) \quad \cdots \text{式(2)}$$

)

ここでインダクタンス素子31(Lp)を図1のごとく接続させると、弾性表面波共振器21とインダクタンス素子31を一つの素子と見なした場合の直列共振周波数

$$f_{s2} = 1 / (2 \times \pi \times \sqrt{(L_1 \times C_1)}) \quad \cdots \text{式(3)}$$

$$f_{p2} = \sqrt{(A \pm \sqrt{(A \times A - 4 \times B)} / (2 \times A))} \quad \cdots \text{式(4)}$$

ただし、

$$A = C_1 \times L_1 + C_1 \times L_p + C_2 \times L_p \quad \cdots \text{式(5)}$$

$$B = C_1 \times C_2 \times L_1 \times L_p \quad \cdots \text{式(6)}$$

である。

【0032】ここで弾性表面波共振器21に並列に素子を接続してもその直列共振周波数は変化しないので式(1)と式(3)は一致し $f_s = f_{s2}$ となる。

【0033】式(4)について図4を用いて説明する。

【0034】図4は弾性表面波共振器21とインダクタンス素子31のサセプタンスの周波数特性を示した図である。弾性表面波共振器21のサセプタンス8、インダクタンス素子31のサセプタンス9とし、サセプタンス8の漸近線とサセプタンスが零との交点を交点81、周波数が零ではないサセプタンス8の零点を交点82とする。

【0035】ここでサセプタンス8と9を合成するとサセプタンス10となり、交点81の前後の周波数に零点101, 102が現れる。この各々の周波数が f_{p2} となるのである。ここでの通過帯域72はほぼ交点81となるから式(4)から零点102を減衰帯域73の帯域内となるように L_p の値を定めればよいことになる。その際は $f_s = f_{s2}$ から f_{s2} には L_p の影響はないため、通過帯域72の特性を定めてから L_p を所望の値にすれば通過帯域と減衰帯域のどちらの特性も容易に確保できるのである。

【0036】尚、このインダクタンス素子31, 32は所望の減衰特性を鑑みて、どちらかのインダクタンス素子を省くことも可能である。またインダクタンス素子を低温焼成セラミックで形成すれば圧電性基板を実装するパッケージ(図示せず)内部にインダクタンス素子を形成して小型化することも可能である。

【0037】また、図1のように弾性表面波共振器が3

の他方の端子がポート2eに接続された形で表される。

【0029】例えば図1の弾性表面波共振器21とインダクタンス素子31に図3の等価回路を当てはめてみると、動的な等価インダクタンス2a、動的な等価キャパシタンス2b、静的な等価キャパシタンス2cとインダクタンス素子31をそれぞれL1, C1, C2, Lpとする。この際、弾性表面波共振器21のみで考えると、その直列共振周波数 f_s と並列共振周波数 f_p はそれぞれ式(1)、式(2)で表される。

【0030】

$$f_s = 1 / (2 \times \pi \times \sqrt{(L_1 \times C_1)}) \quad \cdots \text{式(1)}$$

$$f_p = 1 / (2 \times \pi \times \sqrt{(L_1 \times (C_1 \times C_2) / (C_1 + C_2))}) \quad \cdots \text{式(2)}$$

f_{s2} と並列共振周波数 f_{p2} はそれぞれ式(3)、式(4)で表される。

【0031】

$$f_{s2} = 1 / (2 \times \pi \times \sqrt{(L_1 \times C_1)}) \quad \cdots \text{式(3)}$$

$$f_{p2} = \sqrt{(A \pm \sqrt{(A \times A - 4 \times B)} / (2 \times A))} \quad \cdots \text{式(4)}$$

素子に限らず、所望の通過特性、減衰特性に応じて素子数や構成を変えてもかまわないことは自明である。

【0038】(実施の形態2) 図5は本発明の第2の実施の形態を示す弾性表面波フィルタの等価回路図、図6はその周波数特性図である。

【0039】図5における弾性表面波フィルタ11は圧電性基板1上に形成された弾性表面波共振器111から113と伝送線路121, 122、入力端子4、出力端子5からなり、入力端子4と弾性表面波共振器111と伝送線路121の各々の一方の端子が接続され、弾性表面波共振器111の他方の端子とインダクタンス素子131の一方の端子が接続され、伝送線路121の他方の端子と弾性表面波共振器112、伝送線路122の一方の端子が接続され、弾性表面波共振器112の他方の端子とインダクタンス素子132の一方の端子が接続され、伝送線路122の他方の端子と弾性表面波共振器113の一方の端子が接続され、弾性表面波共振器113の他方の端子とインダクタンス素子133の一方の端子が接続され、インダクタンス素子131から133の各々の他方の端子が接地されている。

【0040】図6は弾性表面波フィルタ11の周波数特性例を表したものである。周波数特性14は横軸に周波数、縦軸に通過特性(dB)を示している。周波数特性14において、通過帯域142、減衰帯域143、低域側減衰極144、高域側減衰極145としている。

【0041】ここで弾性表面波共振器111から113は実施の形態1と同様に図2のような等価回路で表されるが、弾性表面波共振器111から113を各々インダクタンス素子131から133と直列に接続することに

より実施の形態1と同様の考え方を用いると、元々弹性表面波共振器111から113が持っている直列共振周波数はインダクタンス素子131から133によって下げることが可能となる。これにより各弹性表面波共振器の並列共振周波数は所望の通過帯域に、インダクタンス素子131から133によって調整された各弹性表面波共振器と各インダクタンス素子の合成インピーダンスによる直列共振周波数は所望の減衰帯域に合わせることが可能となるのである。

【0042】また、各弹性表面波共振器を伝送線路で接続させることにより、各弹性表面波共振器間のインピーダンスマッチングを取ることが可能となり、より低ロスで減衰帯域の減衰量を確保した弹性表面波フィルタが実現できるのである。

【0043】尚、各伝送線路をLC回路に置き換えることも可能である。

【0044】また、インダクタンス素子131から133は所望の減衰特性を鑑みて、一部のインダクタンス素子を省くことも可能である。また前記伝送線路、もしくは前記伝送線路を置き換えたLC回路、もしくはインダクタンス素子の一部または全部を低温焼成セラミックで形成すれば圧電性基板を実装するパッケージ(図示せず)内部にインダクタンス素子を形成して小型化することも可能である。

【0045】さらに、図5のように弹性表面波共振器が3素子に限らず、所望の通過特性、減衰特性に応じて素子数や構成を変えてもかまわないことは自明である。

【0046】実施の形態1と2は所望の通過帯域と減衰帯域が弹性表面波共振器が元から有している直列共振周波数 f_s と並列共振周波数 f_p より広い場合に適応され、通過帯域となる共振周波数は変えずに減衰帯域となる共振周波数の設定を実現している。

【0047】単に通過帯域と減衰帯域の周波数間隔を変更するのであれば、他にも入力端子と出力端子の間に弹性表面波共振器とインダクタンス素子を直列に接続させる回路や、入力端子と出力端子の間に弹性表面波共振器とインダクタンス素子をそれぞれ並列に接続するような、減衰帯域となる共振周波数を変えずに通過帯域とする共振周波数の設定をすることも可能である。

【0048】しかし、その場合には通過帯域においてインダクタンス素子を信号が通過する形になり、実際にはそのインダクタンス素子のQ値が一般には弹性表面波共振器のQ値より悪いため、弹性表面波フィルタの通過帯域に信号が通った場合、抵抗分が大きくなり、結果として通過損失が大きくなってしまう。

【0049】本発明においては所望の減衰帯域の減衰量確保を容易にすることをその発明の目的としているが、通過損失についても考慮した発明となっていることを付記しておく。

【0050】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、圧電性基板と前記圧電性基板上に形成された複数の一端子対弹性表面波共振器において構成され、所定の通過帯域と減衰帯域を有する弹性表面波フィルタにおいて、入力端子と出力端子の間に直列に接続された少なくとも1つの弹性表面波共振器に並列にインダクタンス素子を接続したことを特徴とする弹性表面波フィルタとすることで減衰帯域の減衰量を確保することが容易に実現できるのである。

【0051】また、前記弹性表面波共振器と前記インダクタンス素子とで起こる並列共振周波数を前記所定の減衰帯域周波数になるように前記インダクタンス素子の値を定めたことを特徴とする弹性表面波フィルタとすることで、減衰帯域が通過帯域より高い周波数である場合に弹性表面波フィルタの減衰帯域の減衰量確保が容易に実現できるのである。

【0052】また、圧電性基板と前記圧電性基板上に形成された複数の一端子対弹性表面波共振器において構成され、所定の通過帯域と減衰帯域を有する弹性表面波フィルタにおいて、入力端子と出力端子の間に並列に複数の弹性表面波共振器を配し、前記並列に配された少なくとも1つの弹性表面波共振器に直列にインダクタンス素子を接続し、前記弹性表面波共振器間を各々伝送線路で接続したことを特徴とする弹性表面波フィルタとすることで、挿入損失を劣化させることなく所望の減衰量確保が実現できるのである。

【0053】さらに、前記伝送線路をLC回路で構成することも可能である。

【0054】さらに、前記並列に配された弹性表面波共振器と、前記直列に接続されたインダクタンス素子とで起こる直列共振周波数を前記所定の減衰帯域周波数になるように前記インダクタンス素子の値を定めたことを特徴とする弹性表面波フィルタとすることで、減衰帯域が通過帯域より低い周波数である場合に弹性表面波フィルタの減衰帯域の減衰量確保が容易に実現できるのである。

【0055】また、上記弹性表面波フィルタのインダクタンス素子、伝送線路、LC回路を低温焼成セラミック基板上もしくは内部に形成することにより、フィルタの小型化を図りつつ減衰量確保が容易な弹性表面波フィルタが実現できるのである。

【0056】また、上記弹性表面波フィルタの少なくとも1つを用いてアンテナ共用器を構成することで、より減衰量確保が容易なアンテナ共用器が実現できるのである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による弹性表面波フィルタ構成を表す回路図

【図2】同弹性表面波フィルタの周波数特性図

【図3】同弹性表面波共振器の等価回路図

【図4】同弾性表面波共振器とインダクタンス素子の合成インピーダンス特性図

【図5】本発明の第2の実施の形態による弾性表面波フィルタ構成を示す回路図

【図6】同弾性表面波フィルタの周波数特性図

【図7】従来の弾性表面波フィルタ構成を示す回路図

【図8】同弾性表面波フィルタの周波数特性図

【符号の説明】

1 圧電性基板

2, 11 弹性表面波フィルタ

21~24, 111~113 弹性表面波共振器

2a~2e 弹性表面波共振器の等価回路素子

31, 32, 131~133 インダクタンス素子

121, 122 伝送線路

4 入力端子

5 出力端子

7, 14 弹性表面波フィルタの周波数特性

72, 142, 152 同通過帯域

73, 143, 153 同減衰帯域

74, 144, 154 同低域側減衰極

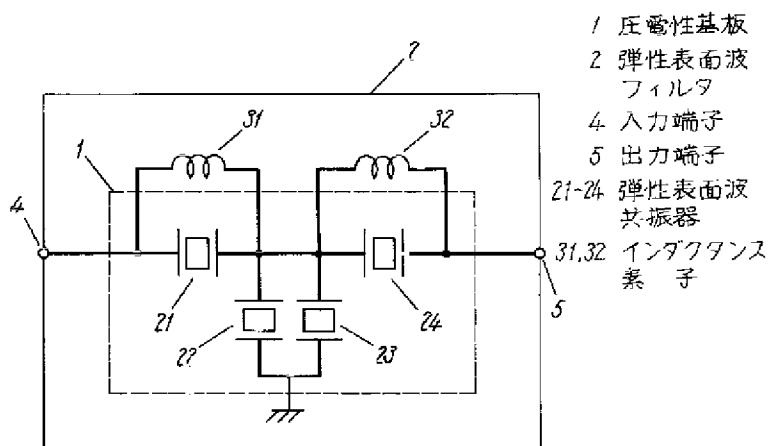
75, 145 同高域側減衰極

8, 9, 10 アドミッタンスの虚数部(サセプタンス)特性

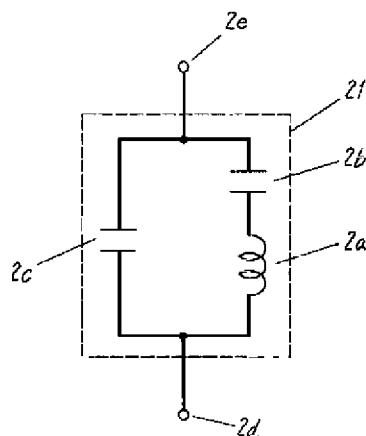
82, 101, 102 同部の零点

81 アドミッタンスの虚数部(サセプタンス)特性の漸近線

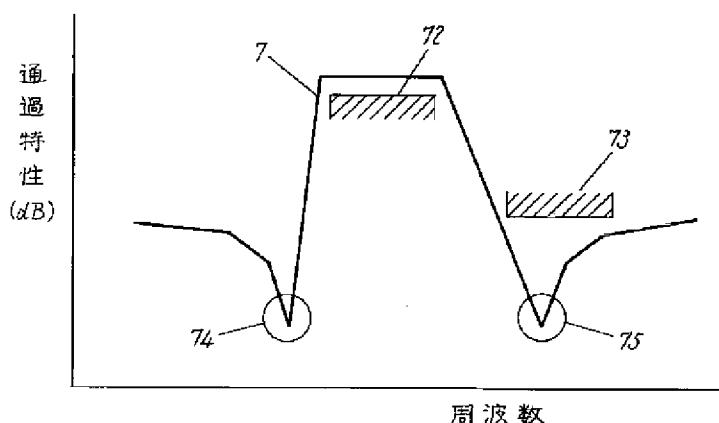
【図1】



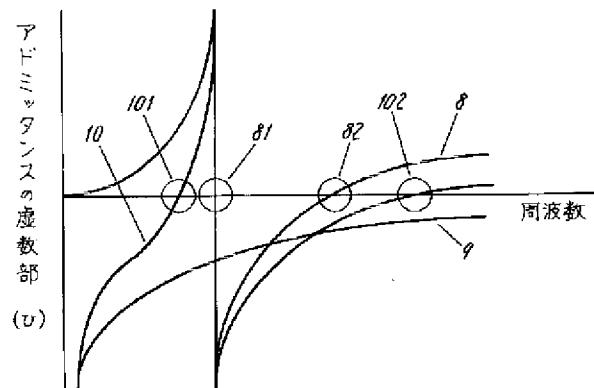
【図3】



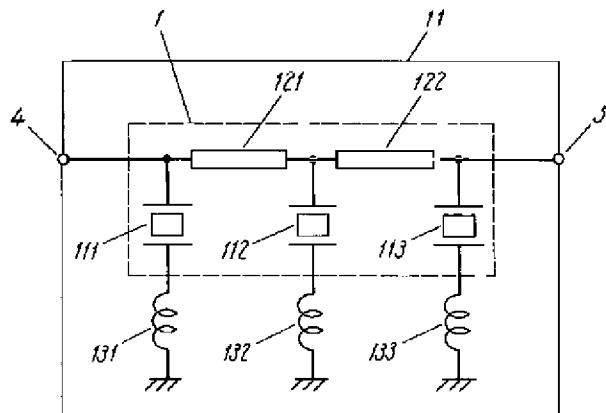
【図2】



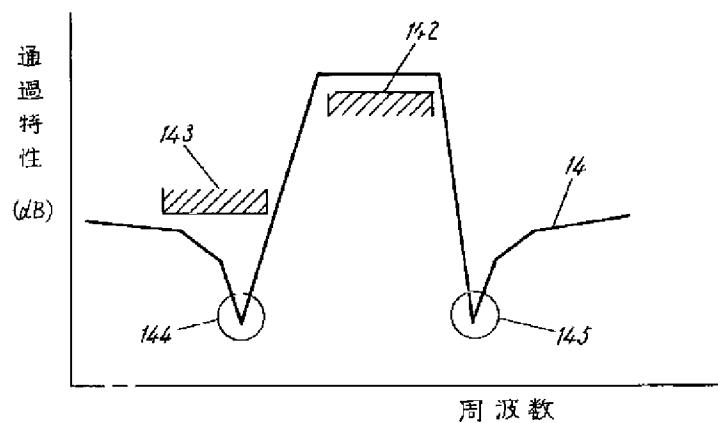
【図4】



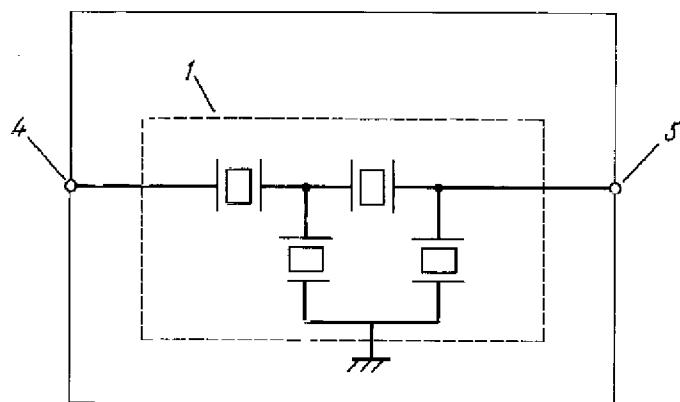
【図5】



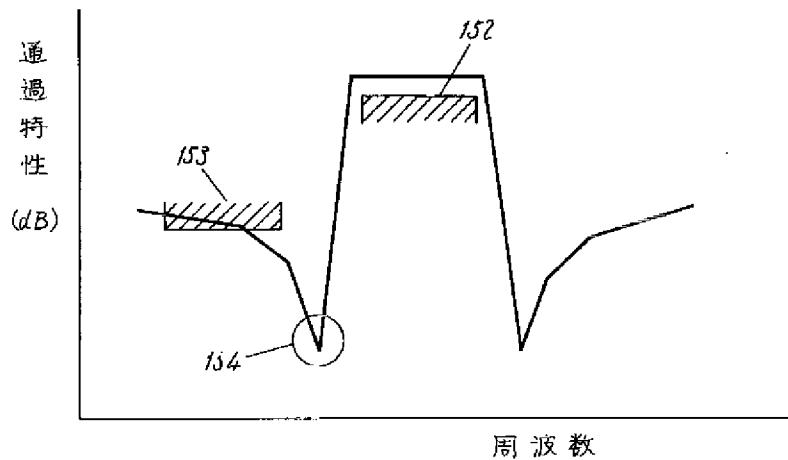
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 高山 了一
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

Fターム(参考) 5J097 AA16 AA29 BB15 CC05 KK04
LL01

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-069382

(43)Date of publication of application : 07.03.2003

(51)Int.CI. H03H 9/64

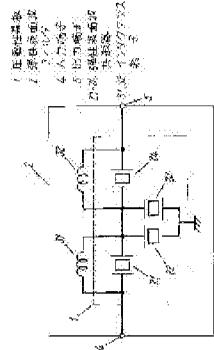
H03H 9/25

H03H 9/72

(21)Application number : 2001- (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC
255722 IND CO LTD

(22)Date of filing : 27.08.2001 (72)Inventor : SAKURAGAWA TORU
SATOU HIROKI
TAKAYAMA RYOICHI

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER AND ANTENNA DUPLEXER
EMPLOYING THE SAME



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily ensure the attenuation band characteristic

of a surface acoustic wave filter by connecting an inductive element to a surface acoustic wave resonator.

SOLUTION: The surface acoustic wave filter with a prescribed pass band and a prescribed attenuation band is characterized in that the surface acoustic wave filter comprises a piezoelectric substrate and a plurality of one-terminal pair surface acoustic wave resonators formed on the piezoelectric substrate and an inductive element is connected in parallel with at least one surface acoustic wave resonator connected in series between an input terminal and an output terminal, and varying the inductive inductance can easily ensure a desired attenuation band characteristic.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The surface acoustic wave filter characterized by connecting an inductance component at juxtaposition at least one surface acoustic wave resonator connected to the serial between the input terminal and the output terminal in the surface acoustic wave filter which is constituted in two or more 1 terminal-pair surface acoustic wave resonators formed on the piezoelectric substrate and said piezoelectric substrate, and has a predetermined passband and a predetermined attenuation band.

[Claim 2] The surface acoustic wave filter according to claim 1 characterized by determining that the value of said inductance component becomes said predetermined attenuation band frequency about the parallel resonating frequency which happens with said surface acoustic wave resonator and said inductance component.

[Claim 3] The surface acoustic wave filter according to claim 1 or 2 characterized by forming said inductance component in a low-temperature baking ceramic substrate top or its interior.

[Claim 4] The surface acoustic wave filter characterized by to have been constituted in two or more 1 terminal-pair surface acoustic wave resonators

formed on the piezoelectric substrate and said piezoelectric substrate, to have connected the inductance component to at least one surface acoustic wave resonator which arranged two or more surface acoustic wave resonators on juxtaposition between the input terminal and the output terminal in the surface acoustic wave filter which has a predetermined passband and a predetermined attenuation band, and was arranged on said juxtaposition at the serial, and to connect between said surface acoustic wave resonators respectively in the transmission line.

[Claim 5] The surface acoustic wave filter according to claim 4 characterized by constituting said transmission line from an LC circuit.

[Claim 6] The surface acoustic wave filter characterized by determining that the value of said inductance component becomes said predetermined attenuation band frequency about the series resonating frequency which happens in a surface acoustic wave filter according to claim 4 or 5 with the surface acoustic wave resonator arranged on said juxtaposition, and the inductance component connected to said serial.

[Claim 7] A surface acoustic wave filter given in either of claims 4-6 characterized by forming at least one or more components in a low-temperature baking ceramic substrate top or its interior.

[Claim 8] The antenna common machine constituted from the surface acoustic wave filter or claim 4 of a publication by either of claims 1-3 using at least one of the surface acoustic wave filters given in seven.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the antenna common machine using the surface acoustic wave filter and it which are used for mobile communication equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] The conventional surface acoustic wave filter has a common ladder mold circuit as shown in drawing 7 , and the frequency characteristics are expressed with drawing 8 R> 8. although this surface acoustic wave filter is used as a filter which obtains the steep magnitude of attenuation, the series resonating frequency and the parallel resonating frequency which are two resonance which each surface acoustic wave resonator has are about 1 law in the property of the piezoelectric substrate 1, i.e., an electromechanical coupling coefficient, and since when there are a desired passband 152 and a desired attenuation band 153 must perform the filter design doubled with the passband 152, when frequency spacing of a passband 152 and an attenuation band 153 is large, an attenuation pole 154 serves as a frequency higher than an attenuation band 153. The magnitude of attenuation of an attenuation band 153 will deteriorate in this case as a result. This is also the same as when an attenuation band turns into a frequency band higher than a passband.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Becoming a technical problem in the above-mentioned surface acoustic wave filter has the design of the attenuation band of a surface acoustic wave filter in a difficult thing.

[0004] Usually, since the property of an attenuation band changes under the

effect of a parasitic element etc., it becomes the form where design the surface acoustic wave filter set by it, and a property is secured, but since desired electrical characteristics may not be acquired and it is necessary to also take the variation in a parasitic element into consideration even if it improves the design of a surface acoustic wave filter depending on the magnitude of a parasitic element, reservation of the magnitude of attenuation of an attenuation band is difficult.

[0005] This invention aims at making easy reservation of an attenuation band, especially the magnitude of attenuation in the antenna common machine which used such a surface acoustic wave filter and it.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to solve this technical problem, the surface acoustic wave filter of this invention is constituted in two or more 1 terminal-pair surface acoustic wave resonators formed on the piezoelectric substrate and said piezoelectric substrate, and it considers as the surface acoustic wave filter characterized by connecting an inductance component at juxtaposition at at least one surface acoustic wave resonator connected to the serial between the input terminal and the output terminal in the surface acoustic wave filter which has a predetermined passband and a predetermined attenuation band.

[0007] Moreover, it considers as the surface acoustic wave filter characterized by determining that the value of said inductance component becomes said predetermined attenuation band frequency about the parallel resonating frequency which happens with said surface acoustic wave resonator and said inductance component.

[0008] By making it these configurations, when an attenuation band is a frequency higher than a passband, magnitude-of-attenuation reservation of the attenuation band of a surface acoustic wave filter can be realized easily.

[0009] Moreover, it is constituted in two or more 1 terminal-pair surface acoustic wave resonators formed on the piezoelectric substrate and said piezoelectric substrate, and sets in the surface acoustic wave filter which has a predetermined

passband and a predetermined attenuation band. An inductance component is connected to at least one surface acoustic wave resonator which is arranged two or more surface acoustic wave resonators on juxtaposition between the input terminal and the output terminal, and was arranged on said juxtaposition at a serial. Desired magnitude-of-attenuation reservation can be realized by considering as the surface acoustic wave filter characterized by connecting between said surface acoustic wave resonators respectively in the transmission line, without degrading an insertion loss.

[0010] Furthermore, it is also possible to constitute said transmission line from an LC circuit.

[0011] Furthermore, it considers as the surface acoustic wave filter characterized by determining that the value of said inductance component becomes said predetermined attenuation band frequency about the series resonating frequency which happens with the surface acoustic wave resonator arranged on said juxtaposition, and the inductance component connected to said serial.

[0012] By making it these configurations, when an attenuation band is a frequency lower than a passband, magnitude-of-attenuation reservation of the attenuation band of a surface acoustic wave filter can be realized easily.

[0013] Moreover, a surface acoustic wave filter with easy magnitude-of-attenuation reservation is realizable by forming the inductance component of the above-mentioned surface acoustic wave filter, the transmission line, and LC circuit in a low-temperature baking ceramic substrate top or the interior, attaining the miniaturization of a filter.

[0014] Moreover, an antenna common machine with more easy magnitude-of-attenuation reservation is realizable with constituting an antenna common machine using at least one of the above-mentioned surface acoustic wave filters.

[0015]

[Embodiment of the Invention] In the surface acoustic wave filter which invention of this invention according to claim 1 is constituted in two or more 1 terminal-pair surface acoustic wave resonators formed on the piezoelectric substrate and said

piezoelectric substrate, and has a predetermined passband and a predetermined attenuation band It has the operation which can secure the magnitude of attenuation of the attenuation band of a surface acoustic wave filter easily to juxtaposition by considering as the surface acoustic wave filter characterized by connecting an inductance component in at least one surface acoustic wave resonator connected to the serial between the input terminal and the output terminal.

[0016] Invention according to claim 2 has the operation which can secure the magnitude of attenuation of a desired attenuation band easily in invention according to claim 1 by considering as the surface acoustic wave filter according to claim 1 characterized by determining that the value of said inductance component becomes said predetermined attenuation band frequency about the parallel resonating frequency which happens with said surface acoustic wave resonator and said inductance component.

[0017] Invention according to claim 3 has the operation which can secure the magnitude of attenuation of a desired attenuation band easily in invention according to claim 1 or 2 by considering as the surface acoustic wave filter characterized by forming said inductance component in a low-temperature baking ceramic substrate top or its interior, attaining a miniaturization.

[0018] In the surface acoustic wave filter which invention according to claim 4 is constituted in two or more 1 terminal-pair surface acoustic wave resonators formed on the piezoelectric substrate and said piezoelectric substrate, and has a predetermined passband and a predetermined attenuation band An inductance component is connected to at least one surface acoustic wave resonator which arranged two or more surface acoustic wave resonators on juxtaposition between the input terminal and the output terminal, and was arranged on said juxtaposition at a serial. By considering as the surface acoustic wave filter characterized by connecting between said surface acoustic wave resonators respectively in the transmission line, it has the operation which can realize desired magnitude-of-attenuation reservation easily.

[0019] Invention according to claim 5 has the operation which can secure the magnitude of attenuation of a desired attenuation band easily in invention according to claim 4 by considering as the surface acoustic wave filter characterized by constituting said transmission line from an LC circuit, attaining a miniaturization.

[0020] Invention according to claim 6 has the operation which secures the magnitude of attenuation of a desired attenuation band easily by considering as the surface acoustic wave filter characterized by determining that the value of said inductance component becomes said predetermined attenuation band frequency about the series resonating frequency which happens in invention according to claim 4 or 5 with the surface acoustic wave resonator arranged on said juxtaposition, and the inductance component connected to said serial.

[0021] Invention according to claim 7 has the operation which can secure the magnitude of attenuation of a desired attenuation band easily by considering as the surface acoustic wave filter characterized by forming at least one or more components in a low-temperature baking ceramic substrate top or its interior in invention given in six from claim 4, attaining a miniaturization more.

[0022] Invention according to claim 8 has more the operation which reservation of a damping property can realize easily by considering as the antenna common machine which consisted of claims 1 using those at least one in invention given in three, or invention given in seven from claim 4.

[0023] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained using drawing 6 from drawing 1 .

[0024] In addition, the same number is added to the same component in drawing 6 from drawing 1 .

[0025] (Gestalt 1 of operation) The frequency-characteristics drawing and drawing 3 of the representative circuit schematic of the surface acoustic wave filter which drawing 1 shows the gestalt of operation of the 1st of this invention, and drawing 2 are the representative circuit schematics of a surface acoustic wave resonator.

[0026] The surface acoustic wave filter 2 in drawing 1 consists of the surface acoustic wave resonators 21-24 formed on the piezoelectric substrate 1, the inductance components 31 and 32, an input terminal 4, and an output terminal 5. One [each] terminal of the inductance component 31 is connected with an input terminal 4 and the surface acoustic wave resonator 21. The other-end child of the surface acoustic wave resonator 21, one terminal of the surface acoustic wave resonators 22 and 23, the other-end child of the inductance component 31, and one terminal of the surface acoustic wave resonator 24 and the inductance component 32 are connected. The other-end child of the surface acoustic wave resonator 24 and the other-end child of the inductance component 32 are connected to an output terminal 5, and the other-end child of the surface acoustic wave resonators 22 and 23 is grounded.

[0027] Drawing 2 expresses the example of frequency characteristics of the surface acoustic wave filter 2. A frequency is shown on an axis of abscissa by frequency characteristics 7, and the passage property (dB) is shown on the axis of ordinate. In frequency characteristics 7, it is considering as the passband 72, the attenuation band 73, the low-pass side attenuation pole 74, and the high region side attenuation pole 75.

[0028] Drawing 3 is the equal circuit of a surface acoustic wave resonator, and is expressed with the form where one terminal of port 2d, static equivalence capacitance 2c, and dynamic equivalence inductance 2a was connected, the other-end child of dynamic equivalence inductance 2a and one terminal of dynamic equivalence capacitance 2b were connected, and the other-end child of dynamic equivalence capacitance 2b and static equivalence capacitance 2c was connected to port 2e.

[0029] For example, if the equal circuit of drawing 3 is applied to the surface acoustic wave resonator 21 and the inductance component 31 of drawing 1 , dynamic equivalence inductance 2a, dynamic equivalence capacitance 2b, and static equivalence capacitance 2c and the static inductance component 31 will be set to L1, C1, C2, and Lp, respectively. Under the present circumstances, when it

thinks only with the surface acoustic wave resonator 21, that series resonating frequency f_s and parallel resonating frequency f_p are expressed with a formula (1) and a formula (2), respectively.

[0030]

$$f_s = 1/(2\pi\sqrt{L_1 \times C_1}) \text{ -- Formula (1)}$$

$$f_p = 1/(2\pi\sqrt{(L_1 \times (C_1 \times C_2)) / (C_1 + C_2)}) \text{ -- Formula (2)}$$

When the inductance component 31 (L_p) is connected like drawing 1 here, the series resonating frequency f_{s2} and parallel resonating frequency f_{p2} at the time of considering that the surface acoustic wave resonator 21 and the inductance component 31 are one component are expressed with a formula (3) and a formula (4), respectively.

[0031]

$$2 = 1/(2\pi\sqrt{L_1 \times C_1}) \text{ of } f_s(\text{es}) \text{ -- Formula (3)}$$

$$f_{p2} = \sqrt{A \times A - 4 \times B} / (2 \times A) \text{ -- Formula (4)}$$

$$\text{It corrects. } A = C_1 \times L_1 + C_1 \times L_p + C_2 \times L_p \text{ -- Formula (5)}$$

$$B = C_1 \times C_2 \times L_1 \times L_p \text{ -- Formula (6)}$$

It comes out.

[0032] Since the series resonating frequency does not change even if it connects a component to the surface acoustic wave resonator 21 here at juxtaposition, a formula (1) and a formula (3) are in agreement, and serve as $f_s = f_{s2}$.

[0033] A formula (4) is explained using drawing 4 .

[0034] Drawing 4 is drawing having shown the frequency characteristics of the susceptance of the surface acoustic wave resonator 21 and the inductance component 31. It considers as the susceptance 8 of the surface acoustic wave resonator 21, and the susceptance 9 of the inductance component 31, and the asymptote of a susceptance 8 and a susceptance make an intersection 82 the zero point of a susceptance 8 an intersection 81 and whose frequency are not zero about an intersection with zero.

[0035] If susceptances 8 and 9 are compounded here, it will become a susceptance 10 and a zero point 101,102 will appear in the frequency before and

behind an intersection 81. This frequency is set to fp2 in each. What is necessary will be just to set the value of Lp that it consists a zero point 102 of a formula (4) in the band of an attenuation band 73 since the passband 72 here serves as an intersection 81 mostly. In that case, since there is no effect of Lp in fs2, if Lp is made into a desired value after defining the property of a passband 72, both of the properties, a passband and an attenuation band, are easily securable from fs=fs2.

[0036] In addition, these inductance components 31 and 32 can also exclude one of inductance components in view of a desired damping property. Moreover, if an inductance component is formed with a low-temperature baking ceramic, it is also possible to form an inductance component in the interior of the package (not shown) which mounts a piezoelectric substrate, and to miniaturize.

[0037] Moreover, it is obvious that a surface acoustic wave resonator may change an element number and a configuration according to the passage property of not only three elements but a request and a damping property like drawing 1 .

[0038] (Gestalt 2 of operation) The representative circuit schematic of the surface acoustic wave filter which drawing 5 shows the gestalt of operation of the 2nd of this invention, and drawing 6 are the frequency-characteristics drawing.

[0039] The surface acoustic wave filter 11 in drawing 5 consists of the surface acoustic wave resonators 111-113 formed on the piezoelectric substrate 1, the transmission line 121,122, an input terminal 4, and an output terminal 5. One terminal of the transmission line 121 is connected with an input terminal 4 and the surface acoustic wave resonator 111. The other-end child of the surface acoustic wave resonator 111 and one terminal of the inductance component 131 are connected. The other-end child of the transmission line 121 and one terminal of the surface acoustic wave resonator 112 and the transmission line 122 are connected. The other-end child of the surface acoustic wave resonator 112 and one terminal of the inductance component 132 are connected. The other-end child of the transmission line 122 and one terminal of the surface acoustic wave

resonator 113 are connected to an output terminal 5, the other-end child of the surface acoustic wave resonator 113 and one terminal of the inductance component 133 are connected, and each other-end child of the inductance components 131-133 is grounded.

[0040] Drawing 6 expresses the example of frequency characteristics of the surface acoustic wave filter 11. A frequency is shown on an axis of abscissa by frequency characteristics 14, and the passage property (dB) is shown on the axis of ordinate. In frequency characteristics 14, it is considering as the passband 142, the attenuation band 143, the low-pass side attenuation pole 144, and the high region side attenuation pole 145.

[0041] Although expressed like the gestalt 1 of operation in an equal circuit like drawing 2 , the surface acoustic wave resonators 111-113 will become that the series resonating frequency which the surface acoustic wave resonators 111-113 have from the first lowered by the inductance components 131-133 here, if the same view as the gestalt 1 of operation is used by connecting respectively the surface acoustic wave resonators 111-113 with the inductance components 131-133 at a serial. Thereby, the series resonating frequency by the synthetic impedance of each surface acoustic wave resonator and each inductance component with which the parallel resonating frequency of each surface acoustic wave resonator was adjusted to the desired passband by the inductance components 131-133 becomes possible [doubling with a desired attenuation band].

[0042] Moreover, by connecting each surface acoustic wave resonator in the transmission line, it becomes possible to take impedance matching between each surface acoustic wave resonator, and the surface acoustic wave filter which secured the magnitude of attenuation of an attenuation band by the low loss more can be realized.

[0043] In addition, it is also possible to transpose each transmission line to LC circuit.

[0044] Moreover, the inductance components 131-133 can also exclude some

inductance components in view of a desired damping property. Moreover, if a part or all of said transmission line, LC circuit which replaced said transmission line, or an inductance component is formed with a low-temperature baking ceramic, it is also possible to form an inductance component in the interior of the package (not shown) which mounts a piezoelectric substrate, and to miniaturize. [0045] Furthermore, it is obvious that a surface acoustic wave resonator may change an element number and a configuration according to the passage property of not only three elements but a request and a damping property like drawing 5 .

[0046] The gestalten 1 and 2 of operation were adapted when a surface acoustic wave resonator had a desired passband and a desired attenuation band larger than the series resonating frequency f_s and parallel resonating frequency f_p which it has from origin, and the resonance frequency used as a passband has realized setting out of the resonance frequency which serves as an attenuation band, without changing.

[0047] If frequency spacing of a passband and an attenuation band is only changed, it is also possible to set up resonance frequency made into a passband, without changing the resonance frequency used as an attenuation band which connects a surface acoustic wave resonator and an inductance component to juxtaposition, respectively between a circuit, and the input terminal and output terminal which connect an inductance component to a surface acoustic wave resonator between an input terminal and an output terminal elsewhere at a serial.

[0048] However, in that case, it becomes the form where a signal passes an inductance component in a passband, and since it is worse than the Q value of a surface acoustic wave resonator, when a signal generally passes [the Q value of the inductance component] in the passband of a surface acoustic wave filter, a resisted part will become large, and passage loss will become large as a result actually.

[0049] Although it sets it as the object of the invention to make easy magnitude-of-attenuation reservation of a desired attenuation band in this invention, it writes

in addition that it is invention taken into consideration also about passage loss.

[0050]

[Effect of the Invention] In the surface acoustic wave filter which is constituted in two or more 1 terminal-pair surface acoustic wave resonators formed on the piezoelectric substrate and said piezoelectric substrate, and has a predetermined passband and a predetermined attenuation band according to this invention as mentioned above Securing the magnitude of attenuation of an attenuation band to juxtaposition by considering as the surface acoustic wave filter characterized by connecting an inductance component can be easily realized to at least one surface acoustic wave resonator connected to the serial between the input terminal and the output terminal.

[0051] Moreover, by considering as the surface acoustic wave filter characterized by determining that the value of said inductance component becomes said predetermined attenuation band frequency about the parallel resonating frequency which happens with said surface acoustic wave resonator and said inductance component, when an attenuation band is a frequency higher than a passband, magnitude-of-attenuation reservation of the attenuation band of a surface acoustic wave filter can be realized easily.

[0052] Moreover, it is constituted in two or more 1 terminal-pair surface acoustic wave resonators formed on the piezoelectric substrate and said piezoelectric substrate, and sets in the surface acoustic wave filter which has a predetermined passband and a predetermined attenuation band. An inductance component is connected to at least one surface acoustic wave resonator which arranged two or more surface acoustic wave resonators on juxtaposition between the input terminal and the output terminal, and was arranged on said juxtaposition at a serial. Desired magnitude-of-attenuation reservation can be realized by considering as the surface acoustic wave filter characterized by connecting between said surface acoustic wave resonators respectively in the transmission line, without degrading an insertion loss.

[0053] Furthermore, it is also possible to constitute said transmission line from an

LC circuit.

[0054] Furthermore, by considering as the surface acoustic wave filter characterized by determining that the value of said inductance component becomes said predetermined attenuation band frequency about the series resonating frequency which happens with the surface acoustic wave resonator arranged on said juxtaposition, and the inductance component connected to said serial, when an attenuation band is a frequency lower than a passband, magnitude-of-attenuation reservation of the attenuation band of a surface acoustic wave filter can be realized easily.

[0055] Moreover, a surface acoustic wave filter with easy magnitude-of-attenuation reservation is realizable by forming the inductance component of the above-mentioned surface acoustic wave filter, the transmission line, and LC circuit in a low-temperature baking ceramic substrate top or the interior, attaining the miniaturization of a filter.

[0056] Moreover, an antenna common machine with more easy magnitude-of-attenuation reservation is realizable with constituting an antenna common machine using at least one of the above-mentioned surface acoustic wave filters.

[Translation done.]

* NOTICES *

**JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The circuit diagram showing the surface acoustic wave filter configuration by the gestalt of operation of the 1st of this invention

[Drawing 2] Frequency-characteristics drawing of this surface acoustic wave filter

[Drawing 3] The representative circuit schematic of this surface acoustic wave resonator

[Drawing 4] Synthetic impedance-characteristic drawing of this surface acoustic wave resonator and an inductance component

[Drawing 5] The circuit diagram showing the surface acoustic wave filter configuration by the gestalt of operation of the 2nd of this invention

[Drawing 6] Frequency-characteristics drawing of this surface acoustic wave filter

[Drawing 7] The circuit diagram showing the conventional surface acoustic wave filter configuration

[Drawing 8] Frequency-characteristics drawing of this surface acoustic wave filter

[Description of Notations]

1 Piezoelectric Substrate

2 11 Surface acoustic wave filter

21-24,111-113 Surface acoustic wave resonator

2a-2e Equal circuit component of a surface acoustic wave resonator

31, 32,131-133 Inductance component

121,122 Transmission line

4 Input Terminal

5 Output Terminal

7 14 Frequency characteristics of a surface acoustic wave filter

72,142,152 This passband

73,143,153 This attenuation band

74,144,154 The said low-pass side attenuation pole

75,145 The said **** side attenuation pole

8, 9, 10 Imaginary part (susceptance) property of admittance

82,101,102 Zero point of the said division

81 Asymptote of Imaginary Part (Susceptance) Property of Admittance

[Translation done.]

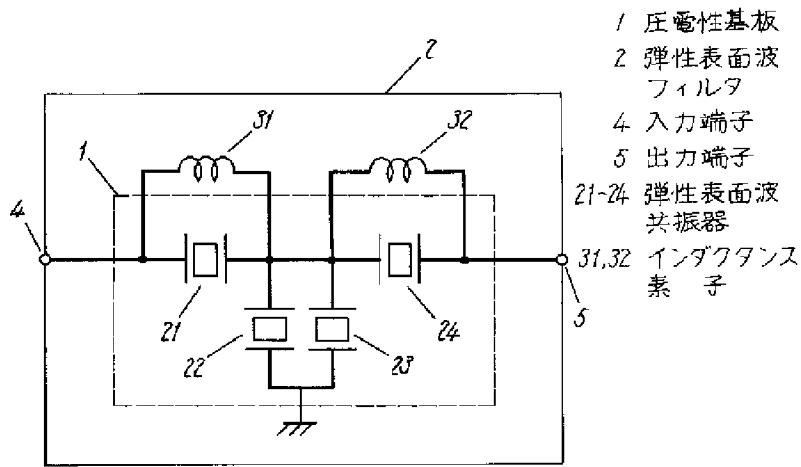
* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

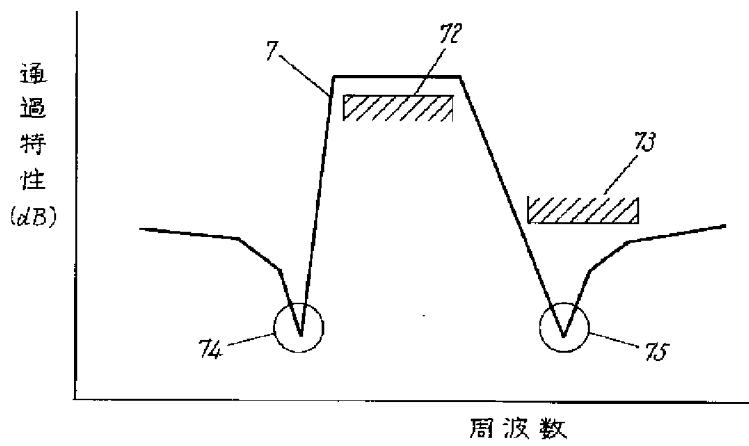
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

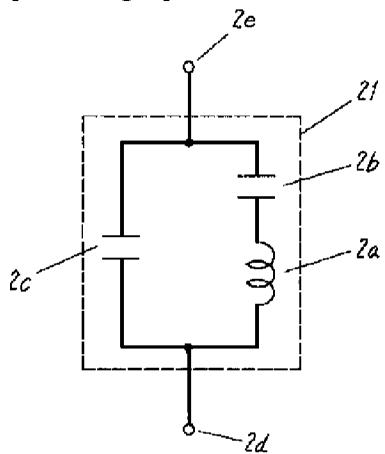
[Drawing 1]



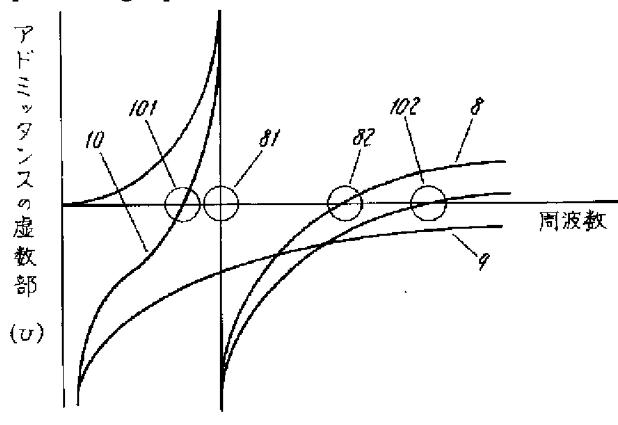
[Drawing 2]



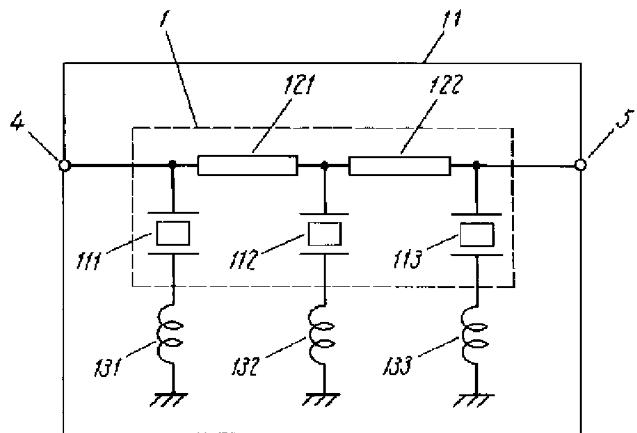
[Drawing 3]



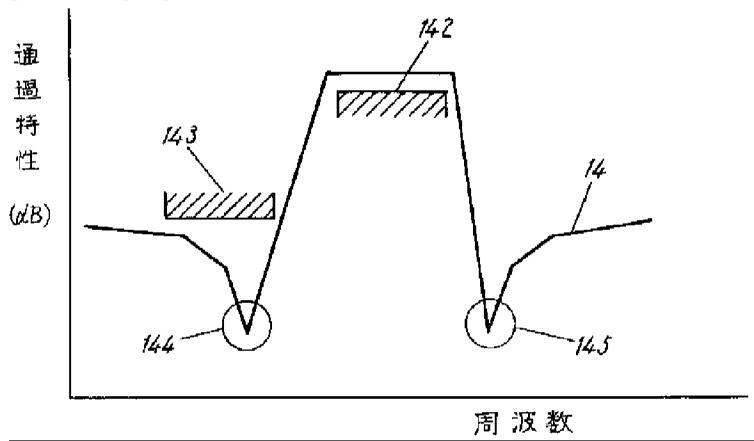
[Drawing 4]



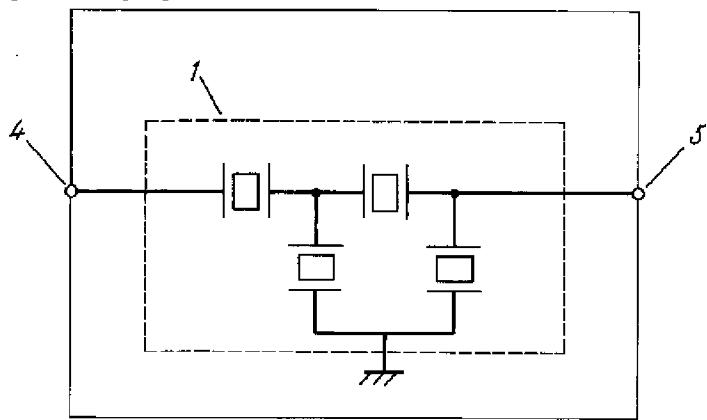
[Drawing 5]



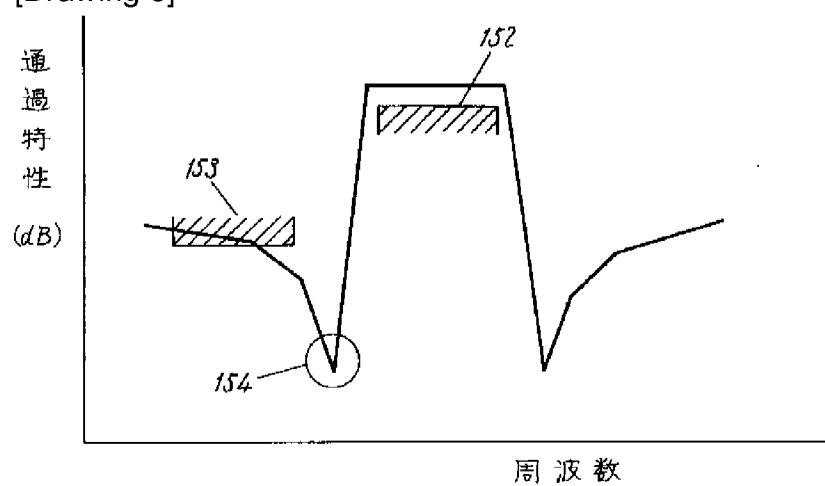
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]